

УДК 535.312:535.016

ШИРОКОПОЛОСНОЕ АНТИОТРАЖАЮЩЕЕ КОМПОЗИТНОЕ ПОКРЫТИЕ: ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аспирант Жукова М. Н.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Комаров Ф. Ф.,

кандидат физ.-мат. наук Людчик О. Р., Мильчанин О. В.

НИИ прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ, Минск, Беларусь

Методика эксперимента. В настоящей работе рассмотрен метод структурирования поверхности композитного материала для создания антиотражающих покрытий посредством использования импульсного лазерного излучения. Идея заключается в формировании периодической структуры на поверхности исходного материала путем «выжигания» части материала лазерным пучком. Метод позволяет контролировать высоту и ширину канавок и в целом автоматизировать процесс структурирования поверхности материала. В качестве базового материала взят эпоксидный полимер ЭД-20 с наполнением его многостенными углеродными нанотрубками. Целесообразность использования многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) заключена в эффективных поглощающих свойствах графеноподобных структур и возможности формировать в полимере объемные поглощающие структуры [1], а также невысокой стоимости относительно одностенных УНТ.

Результаты и обсуждения. На рис. 1, *а* представлены результаты измерений коэффициента зеркального отражения в спектральном диапазоне 0,2–25 μm от композитных образцов с добавлением 4 в. % углеродных нанотрубок со структурированной поверхностью методом импульсного лазерного облучения с шагом структурирования $h = 400 \mu\text{m}$. В более развернутом масштабе на рис. 1, *б* приведены результаты измерений коэффициента отражения в диапазоне 0,2–2,5 μm .

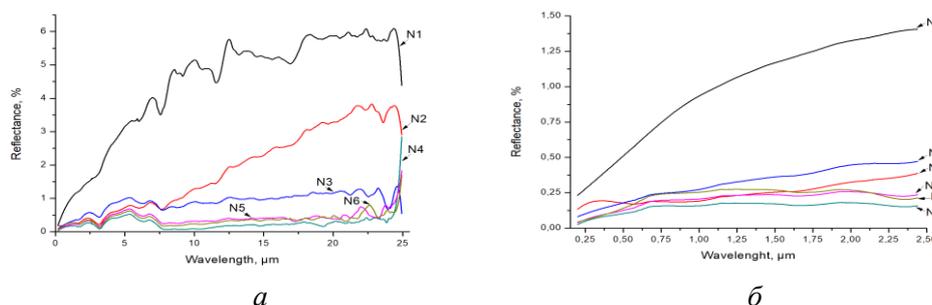


Рис. 1. Коэффициент зеркального отражения исходного полимера и композита до и после лазерной обработки поверхности в спектральном диапазоне 0,2–25 μm (*а*); в спектральном диапазоне 0,2–2,5 μm (*б*): N1 – эпоксидный полимер; N2 – композит без профилирования; N3 – композит с профилированием в виде бороздок ($E_p = 12,5 \text{ J}$, $h = 400 \mu\text{m}$); N4 – композит с профилированием в виде пирамидок ($E_p = 12,5 \text{ J}$, $h = 400 \mu\text{m}$); N5 – композит с профилированием в виде бороздок ($E_p = 13 \text{ J}$, $h = 400 \mu\text{m}$); N6 – композит с профилированием в виде пирамидок ($E_p = 13 \text{ J}$, $h = 400 \mu\text{m}$);

Таким образом, результаты настоящего исследования продемонстрировали возможность создания «безотражательных» в широком спектральном диапазоне (0,2–25 μm) поверхностей композитных материалов на основе полимеров, наполненных УНТ, путем контролируемой импульсной лазерной обработки. Важную роль здесь играет ряд факторов. В первую очередь – это формирование определенной топологии приповерхностной области образцов, обладающей коэффициентом преломления, близким к единице и обеспечивающей многократное переотражение и поглощение ЭМИ. Вместе с этим, формирование микроскопических неоднородностей и полостей на боковых стенках канавок и пирамид, а также благодаря собственным поглощающим свойствам МУНТ «Таунит-М», удастся заметно повысить эффективность использования таких структурированных материалов. Разработанные структурированные композитные материалы могут представлять интерес в качестве антиотражающих покрытий для оптических и оптоэлектронных систем космических аппаратов.

Литература

1. Atomic oxygen exposure effect on carbon nanotubes/epoxy composites for space systems / I. N. Parkhomenko [et al.] // Acta Astronautica. – 2023. – Vol. 204. – P. 124–131.